

# ИМИТАЦИОННАЯ СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЯ (ПАЦИЕНТА) ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ТЕРАПИИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Павловский А.<sup>1</sup>, Филипас А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8ТМ12, e-mail: avp135@tpu.ru

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: filipas@tpu.ru

## Введение

На сегодняшний день большинство заболеваний у человека поражают дыхательную систему начиная от обычной простуды заканчивая тяжелыми заболеваниями (ХОБЛ, астма, туберкулез и COVID-19). К примеру, за 2021 год в мире: 204 млн. человек заболело COVID 19 [1]; 550 млн. человек – легочными заболеваниями (ХОБЛ, астма, туберкулез и т. п) [2]. В связи с большим количеством заболевших и тяжестью разработки новых методик лечения есть потребность в автоматизации данного процесса. В ходе предыдущих научных исследований была разработана концепция «Программно-аппаратного комплекса для автоматизации научных исследований в области терапии легочных заболеваний» [3].

## Имитационная структурная модель

В концепции комплекса заложено использование многокомпонентной газовой смеси. И необходим расчет объемов баллонов (от 2 до 4 штук). Так как терапия может продолжаться от 5 до 20 минут, следовательно, расход газов может варьироваться тоже. Исходя из этого было принято решение о создании имитационной структурной модели потребителя (пациента) [4, 5], в которой можно задавать объемы и давление четырех баллонов, процентное соотношение подаваемых газов, объем и давление потребителя (легких пациента). Следует отметить, что предусмотрен случай, когда давление в баллонах приближается к заданному минимуму, для сигнализации о необходимости замены баллона(-ов). На рисунке 1 представлена данная модель.

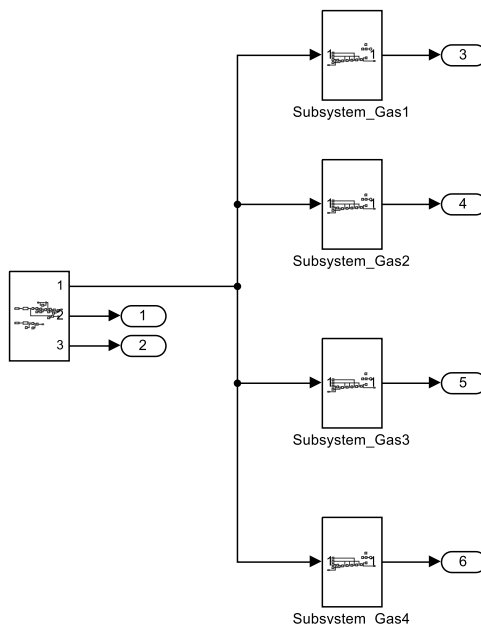


Рис. 1. Имитационная структурная модель

Как видим из рисунка 1 данная модель состоит из: 1) блока входных данных от пациента; 2) в оставшихся четырех блоках имитируется расход газов в 4 баллонах. Для большего понимания рассмотрим один из блоков имитации расхода газов. На рисунке 2 представлена модель расхода газа в первом баллоне.

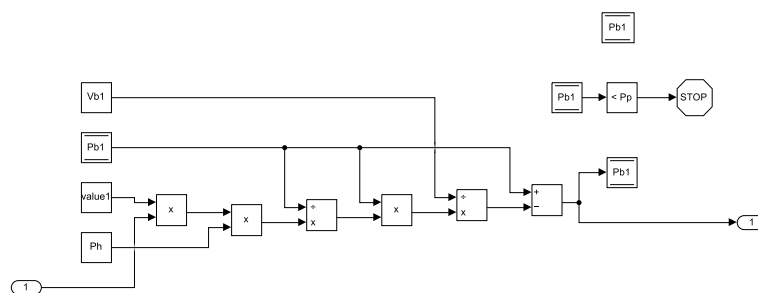


Рис. 2. Модель расхода газа в первом баллоне

Как видим из рисунка 2 в данной модели используются следующие параметры:  $Vb1$  – объем газа в первом баллоне,  $Pb1$  – давление газа в первом баллоне,  $value1$  – процент подаваемого газа из первого баллона и  $Ph$  – давление приемлемое для пациента.

В качестве проверки на работоспособность модели были взяты следующие значения:  $Vb1 = 10$  л;  $Vb2 = 10$  л;  $Vb3 = 10$  л;  $Vb4 = 10$  л;  $Pb1 = 19,6$  МПа;  $Pb2 = 19,6$  МПа;  $Pb3 = 19,6$  МПа;  $Pb4 = 19,6$  МПа;  $value1 = 0,3$ ;  $value2 = 0,4$ ;  $value3 = 0,2$ ;  $value4 = 0,1$ ;  $Vh = 4$  л;  $Ph = 10$  кПа;  $Pp = 50$  кПа. Показатели объема и потока вдоха были взяты из отечественного источника [6]. Время моделирования составляет: 100 с. Подставим значения в нашу модель и промоделируем ее (рисунок 3).

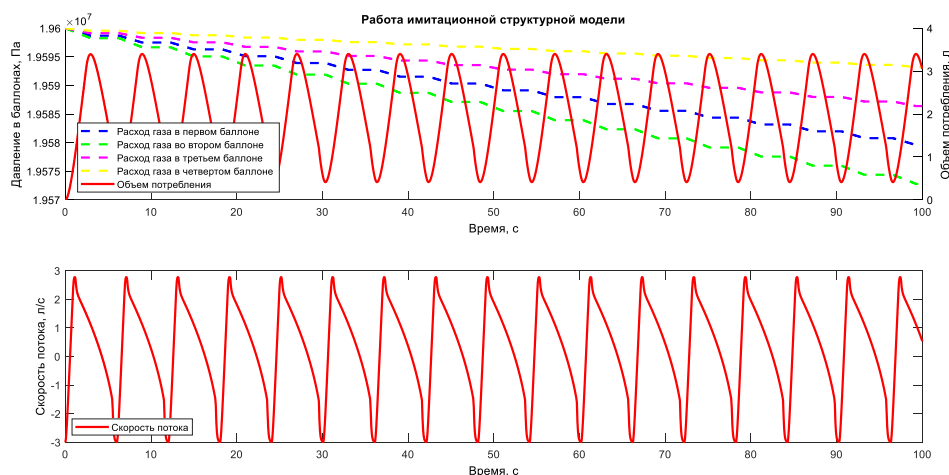


Рис. 3. Работа имитационной структурной модели

## Выводы

Разработана имитационная структурная модель, которая позволяет выбирать объемы баллонов с инертными газами в зависимости от длительности проведения легочных терапий. Данная модель будет применяться для прогнозной оценки подсистем программно-аппаратного комплекса. А также она сможет прогнозировать, достаточно ли газов в баллонах для проведения терапии для следующего пациента. Следующим нашим шагом будет разработка динамической математической модели, в которой добавятся параметры состояния потребителя (пациента).

## Список использованных источников

1. Статистика заболевших COVID-19, за 2021 – <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
2. Статистика заболевших легочными заболеваниями, за 2021 – [https://www.firsnet.org/images/publications/FIRS\\_Master\\_09202021.pdf](https://www.firsnet.org/images/publications/FIRS_Master_09202021.pdf)
3. Филипас А.А., Павловский А., «Программно-аппаратный комплекс для автоматизации научных исследований в области терапии легочных заболеваний на основе многокомпонентной газовой смеси» // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 21–25 марта 2022 г. - Томск: ТПУ, 2022 - 320-322 с.
4. Термодинамика: Учебник. 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010, – 384 с.
5. Дорф Р. Современные системы управления/ Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
6. Спирограмма легких человека – <http://www.tryphonov.ru/tryphonov2/terms2/sgfvp2.htm>.